






**METHOD AND APPARATUS FOR MAKING CAVITY IN WORKPIECE WITH LASER BEAM****Publication number:** CN1048996**Publication date:** 1991-02-06**Inventor:** BABEL WERNER (DE); GRUND PETER DR ING (DE);  
EBERL GUENTER DR ING (DE); SUTOR ULI DIPL  
PHYS (DE)**Applicant:** MAHO AG (DE)**Classification:****- international:** B23K26/08; B23K26/14; B23K26/36; B23K26/00;  
B23K26/08; B23K26/14; (IPC1-7): B23K26/04;  
B23K26/08**- European:** B23K26/08D; B23K26/14F; B23K26/36**Application number:** CN19901007078 19900714**Priority number(s):** DE19893923356 19890714; DE19890011733U  
19891002**Also published as:** EP0407969 (A1)  
 US5149837 (A1)  
 JP3114688 (A)  
 EP0407969 (B1)  
 RU2086378 (C1)

more &gt;&gt;

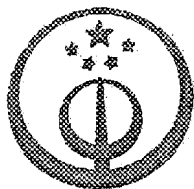
**Report a data error here**

Abstract not available for CN1048996

Abstract of corresponding document: EP0407969

The subject-matter of the invention is a process and a device for manufacturing relatively deep hollow spaces in solid workpieces using a laser beam, in which the material is removed by reciprocating feed movements in guide paths of the laser beam (7) which lie close beside one another. According to the invention, the laser beam (7) deflected in the vertical is pivoted about a predetermined angle during each linear stock-removal operation, and the workpiece (12) is simultaneously reciprocated in synchronism on a circular arc (14) about the pivot axis (4) of the laser beam (7). After the removal of a layer of material, these linear stock-removal operations are repeated until the predetermined depth of the hollow space is reached. With the process according to the invention, pocket-shaped or chamber-shaped hollow spaces (13) with vertical or undercut walls can be made with high stock-removal capacity in materials which are often unsuitable for machining, such as ceramics, titanium or the like.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



# (12) 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 90107078.5

[51] Int.Cl<sup>3</sup>

B23K 26/04

[43] 公开日 1991年2月6日

[22] 申请日 90.7.14

[30] 优先权

[32] 89.7.14 [33] DE [31] P3923356.1

[32] 89.10.2 [33] DE [31] G8911733.6

[71] 申请人 马霍股份公司

地址 联邦德国普福坦

[72] 发明人 彼得·格隆德 冈特·埃伯尔  
尤里·苏托

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 吴秉芬 王忠忠

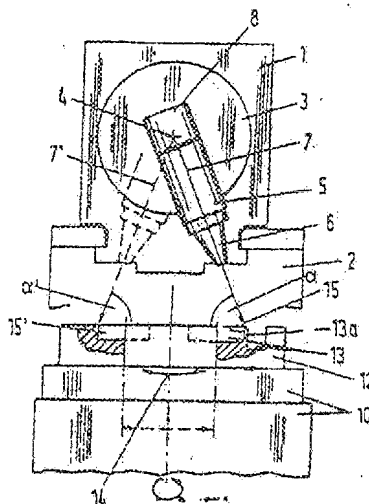
B23K 26/08

说明书页数: 15 附图页数: 5

[54] 发明名称 用激光束在工件中制造空腔的方法和装置

[57] 摘要

一种用激光束在实心工件中加工相对深的空腔的方法和装置,通过激光束在紧密相邻安置的轨迹上作往返进给运动切除材料。被偏转到垂直平面的激光束,在每个线性加工过程期间,要转动一个规定的角度,同时工件在一个圆弧上围绕激光束的回转轴做同步往返运动。在加工一层材料之后,这种线性加工过程要重复进行直至达到规定的空腔深度。应用本发明的方法,可以在通常不适合于切削加工的材料上以高效率加工出盒形及箱形的并具有垂直或后倾壁的空腔。



1、用激光束在实心工件中加工空腔的方法，其中，通过激光束在紧密相邻设置的轨迹上的往返进给运动切除材料，其特征在于：

该激光束在每个线性的加工过程期间被回转一预定的转角，同时，工件在围绕激光束的回转轴的一圆弧上同步作往返运动，并且，在加工一层材料之后，这种线性加工过程就进行重复，直至达到规定的空腔深度。

2、用激光束在实心工件中制造空腔的方法，其中，通过激光束在紧密相邻设置的轨迹上往返的进给运动切除材料，其特征在于：

该激光束在每个线性加工过程中作往返运动，而工件同时并同步地实行转动和提升运动，和，

在加工一层材料之后，这种线性加工过程就重复进行直至达到规定的空腔深度。

3、按权利要求1或2的方法，其特征在于：该水平的激光束通过一个倾斜位置上的反射器，被偏转到垂直平面，而投射到工件上的激光束随反射器的转动而转动。

4、按权利要求1至3之一的方法，其特征在于：

该工件绕其纵向轴线作旋转运动。

5、用激光束在实心工件中加工空腔的方法，其中，通过激光束在紧密相邻设置的轨迹上作往返的进给运动切除材料，其特征在于：

该工件在每个线性加工过程期间绕一个垂直轴线转动一个规定的夹角，而被聚焦的激光束的焦点在激光射线加上同步地移动，并在加工一层材料之后，这种线性加工过程就重复进行直至达到规定

的空腔深度。

6、按权利要求1至5之一的方法，其特征在于：激光束以及工件的旋转角随着每个层状的切除量连续增大，或者按一定规定的数量增大。

7、按权利要求1至6之一的方法，其特征在于：工件在每个层状的加工过程之后被转动 $90^\circ$ 。

8、按权利要求1至7之一的方法，其特征在于：至少一股压力流体射流与激光束同轴地和/或倾斜地输送到加工位置上。

9、按权利要求1至8之一的方法，其特征在于：激光束的功率在加工凹槽的底表面时被减少。

10、按权利要求1至9之一的方法，其特征在于：激光束在加工凹槽的底表面时作有针对性目的散焦。

11、用激光束在实心工件中加工空腔的装置，包括一个电动的可往返运动的工作台，一个带有激光束聚焦元件和导向元件的激光装置，一个用于激光装置和工作台进给电机的程序控制装置，其特征在于：

在支架(2)的前侧安装一个电动的可绕水平激光束(7)的轴线转动的含有一个反射器(8)的回转头(3)，该反射器(8)将激光束偏转 $90^\circ$ 而通过垂直平面，和，

工作台(10)是在垂直方向和水平方向可移动安置的以便在一个弧形轨迹上实施往返的进给运动。

12、按权利要求11的装置，其特征在于：

工作台(10)被设置成在规定的界限内可围绕一与进给运动平行的水平轴(18)电动式转动。

13、按权利要求11或12的装置，其特征在于：

回转头(3)安装在一个置于机床支架(2)上并可水平移动的壳体的端侧。

14、用激光束在实心工件中制造空腔的装置，包括一个电动的往返运动的工作台，一个具有激光束聚焦元件和导向元件的激光装置，一个用于激光装置和工作台进给电机的程序控制装置，其特征在于：

一个具有聚焦元件和喷嘴的激光束导管(46)在纵向(43)上是可移动的，和，

在设置成旋转台的工作台上(40；61)安装一个带垂直的工件(45)夹紧面的工件架(44；63)。

15、按权利要求14的装置，其特征在于：

工件架(44；63)是偏心地安装在旋转台(40；61)上的。

16、按权利要求14的装置，其特征在于：

该工件架(44)是水平可调节地安装在旋转台(40)上的。

17、按权利要求11至16之一的装置，其特征在于：

激光装置(23)通过一个支承结构(51)安装在机床支架(2)上。

18、按权利要求11至17之一的装置，其特征在于：在回转头(3)上安装一个用于喷嘴(6)的空心圆筒形支架(5)，它具有在截锥形外壳(30)和锥形芯体(31)之间分布的流体通道(32)以及一个中心多阶梯式通道孔(36)以用于激光束(7)和附加的辅助气体。

19、按权利要求11至17之一的装置，其特征在于：在回转头(3)上安装一个用于喷嘴的空心圆筒形支架(5)，其空心圆筒形的壳体的端部为一个锥孔式咀件，该空心筒壳体还具有连接件和内部的流动通道以将不同的流体分别地轴向和倾斜地输送到激光束(7)在工

件上的作用区域之中，同时，在壳体(71)的咀件(73)中安置一个芯体(74)，芯体(74)的锥形外表面和咀(73)的锥形内壁限定成一个用于压力气体的流动通道(78)，而芯体(74)的内腔则形成朝喷咀开口(80)方向变窄的轴向流动通道(81)，以用于另外的压力流体，同时，该锥形流动通道(78)的环形出口(79)同心地包围着轴向流动通道(81)的中心出口(80)。

20、按权利要求19的装置，其特征在于：该芯体(74)是高度可调地和轴线对中地定位在壳体(71)之中，以便按目的的改变锥形流动通道(78)的流通横截面。

## 用激光束在工件中制造空腔 的方法和装置

本发明涉及用激光束在实心工件中制造空腔的方法和装置，其中，激光束通过紧密相邻设置的轨迹上作往返进给运动，对材料进行切削加工。

此外，本发明还涉及用激光束在实心工件中制造空腔的装置，它具有一个电动的往返运动的工作台，一个具有激光束聚焦元件和导向元件的激光装置和一个用于激光装置和工作台进给电机的程序控制装置。

至今，在实心工件中制造较大的盒形或箱形空腔，特别是锻具和成形刀具，一般是对在电动可移动的工作台上夹紧的工件进行电蚀和/或材料切削加工来实现的，随着大功率激光装置的发展，其在工件加工方面的应用范围还可进一步扩大。

作为实例，DE—GM8701354.1公开了一种方法，该法是将两个相反倾斜的并在一条直线上相交的倾斜切割施加到工件上。通过端面侧切割的连续进行，就产生纵向延伸的楔形件，并在它们取出之后形成棱形的凹槽。这些是在两个相邻凹槽之间遗留的纵向延伸的凸起则用相反倾斜的激光束通过相同形式的加工过程随后去掉。但是，已经证明，用这种方法则不能制造出平整和足够光滑的凹槽底面。此外，在相交的切割线区域还可能通过再凝固的材料产生焊接

作用，这就妨碍了取出已切割的扇形件。

在DE2443334A<sub>1</sub>中公开了一种用激光束雕刻表面的方法和装置，其中，激光束以彼此紧密相邻的平行线方式滑过工件表面，并同时材料从要加工成的沟纹中加工掉。在JP—OS—59—47086中公开了一种类似的在陶瓷工件中加工平坦凹槽的方法，其中，通过激光束沿紧密相邻设置的轨迹作往返运动以使材料熔化，并通过一种压力流体除掉。但是，用这种公知的方法，不能制造具有垂直的或后倾的边墙的较深凹槽。亦即在边墙区域，对于垂直投射到工件表面的激光束来说，要产生变化的吸收和反射条件，由此则导致边墙不与工件表面相垂直，而是向里有一个基本的倾斜。在加深度较小的类似沟纹的凹槽时，这种边墙倾斜以及在边墙基部的倒圆沟槽还可以接受，但在凹槽较深时，这种倾斜的内墙则通常是不希望的。

在DE3544396A<sub>1</sub>中，公开了一种在板形体中制造具有倾斜切削棱的开口的加工方法，其中，工件按与激光束的纵轴线成一个预定的锐角进行定位，然后，在平板上通过一次或数次的行形扫描而切割出上述通孔。

在CH453523中描述了一种激光切割机，它具有一个电动往返运动的工作台。一个具有激光源，电动激光导向件和聚焦元件的激光装置，以及用于激光装置和进给电机的程控装置。为切割隙缝式开口，激光导向件将激光束原有的圆形横截面变换成一种矩形的横截面。

本发明的任务是，揭示一种在实心的工件中用激光束制造空腔的加工方法，用此方法，能够制造较深的凹槽，它具有相当光滑的与工件表面垂直的或后倾的边墙，还具有平整光滑的底部。



这一任务在本发明的第一个解决方案中是如此解决的，即，激光束在每个线性的加工过程期间都回转一个预定的转角，同时，工件在围绕激光束的回转轴的圆弧上同步作往返运动，其中，在加工一层材料之后，这种线性的加工过程是层状方式重复的，直至达到规定的空腔深度。

本发明另外一个解决方案的特点是，激光束在每个线性加工过程期间作直线往返运动，同时，工件作同步旋转和提升运动，其中，在加工一层材料之后，这个线性的加工过程以层状方式进行重复直至达到空腔规定的深度。

本发明第三个解决方案的特点是，该垂直夹紧的工件，在每个线性加工过程期间，围绕一个垂直的旋转轴旋转一个预定的角度，而聚焦的激光束的焦点在水平的射线轴上作同步移动，同时，在加工一层材料之后，这个线性的加工过程以层状方式重复进行直至达到空腔的规定深度。

通过本发明对激光束和工作台的不同运动形式的合理安排，使激光束按照一个可调节的角度投射在工件上，同时，加工点或焦点的位置就在工件中保持在一个不变的水平上。而激光束在每个线性加工过程的终了时的相对倾斜位置就能够制造相对工件表面垂直的边墙和有可后倾边墙的凹槽，并可获得一个几乎具有平整和光滑底面的，在边墙过渡处有明显锐角的空腔。当激光束在一个线性的加工过程终了时即垂直地投射到工件表面上时，在这一区域则由于部分反射或吸收现象而产生一个不完全的加工，这样在应用重复实施加工过程来制造较深的凹槽的情况下导致了一种轮廓向里倾斜的边墙。这种现象可通过使投射到工件表面上的激光束作相对倾斜而得

以避免。此外，通过本发明对回转运动和直线运动的组合，还可使激光束相对于工件实现一个均匀的相对速度，依此确保对激光束具有一个不变的吸收作用，进而确保一个平整的底面。对这些效应起辅助作用的还有，对激光束的位置根据焦点的进给速度进行一个相应的功率控制，例如，在凹槽相应的边墙区域将激光功率减少，也就是说，在每个线性加工过程终了时减少激光功率，以便补偿在这一区域由于被迫出现的焦点停留时间的增长而造成的影响。

当激光束从一个至少供有一种压力流体的喷嘴中射出时，该压力流体在每个加工过程的始点和终点以大致和激光束相同的倾斜度射在工件上，这样，就正好在临界的角形区域对气态的和液态的材料颗粒产生一种强化的冲吹作用。这一效应还可通过有目的将流体倾斜输送到焦点上而得到加强，同时，这种流体可以是一种压力气体，如空气、氧气或惰性气体，和/或一种适当的液体、悬浮液或弥散物。

在第一个解决方案中，该水平的激光束在一个反射器上被偏转到垂直方向，而投射到工件上的激光则通过反射器的转动而偏转。这一方法揭示了这种可能性，即，在实心圆柱体中加工出盒形或环形的凹槽，并在这一加工过程到达实心圆柱的水平旋转轴时，就将其切断并且使其具有光滑的端面。这一加工方法实际上对于高硬度的特殊材料具有重要的意义，因为它们不能进行切削加工或是极其困难。

第三个变型方法的方案可提供一个较高的能量收益，其中，激光束不进行使功率减少的反射器上的偏转，而是水平投射到工件上，同时，它在由圆弧形运动分量和直线运动分量组合成的轨迹上运动。

为了补偿制造凹槽边墙和底部加工条件的不规则性，按照本发明一个优选的方案是，在层状方式的加工过程重复之前，将工件绕其垂直轴转动 $90^\circ$ 。而层状方式加工过程的重复数目就决定了凹槽的深度以及底部的表面粗糙度或光滑度，同时，通过控制其他的运动参数，如激光功率，旋转运动的速度，扫描频率等类似参数，就能对底表面的平整度和光滑度产生进一步有利的影响。

此外，对所制造的凹槽的边墙轮廓有特别意义的是本发明按目的要求而设置的这样一个技术方案，其中，工件表面和激光束之间的倾斜角在每个直线的加工过程终了时，随着增加凹槽深度而增加，也就是说随着增加的层状加工过程的深度而增大。同时，激光束和工件表面之间的这一倾斜角在第一次加工过程开始时可以计为 $90^\circ$ ，然后在进一步的层状方式加工过程中，按希望的方式进行调节。

此外，本发明技术方案还有一个用激光束在实心工件中制造空腔的装置，它是由一个电动往返运动的工作台，一个具有激光束聚焦元件和导向元件的激光装置，一个用于激光装置和工作台进给电机的程序控制装置所组成。按照本发明要求，在一个支架的前端安装一个电动的可绕水平激光束轴线转动的含有一个反射器的回转头，该反射器使激光束偏转 $90^\circ$ 进入垂直平面。在这个装置中，该工作台是在垂直和水平方向上可移动的，以便在一个弧形轨迹上完成往返的进给运动。

本发明另外一个用激光束在实心工件中制造盒形或箱形空腔的装置同样包括一个电动的往返运动的工作台，一个带有激光束聚焦元件和导向元件的激光装置和一个用于激光装置和工作台的进给电机的程序控制装置。在本发明这一装置中，激光装置和聚焦元件在

纵向是可移动设置的，并在设置成旋转台的工作台上安装一个具有垂直的工件夹紧面的工件架。

另外的结构设置和特点是从属权利要求的技术方案。

本发明一个根本的优点是，在相同机器上不用较多的改装时间就能够以高的加工效率制造不同材料的工件，至今为止还没有另外的加工方法能够做到这一点。它能够加工由陶瓷、玻璃、特种钢、钛和特殊合金材料制成的工件，同样能加工连接材料的工件，例如强纤维材料，烧结体和层状设置的结构体。相对于传统的切削加工工艺而言，本发明用激光束加工材料不产生一般加工时的作用力，而在切削加工时，这种切削作用力一般是摆动和振动噪声的诱因。此外，还可以通过加工两侧面的工艺在实心工件中制造出薄壁的隔板，其壁厚为十分之几毫米并具有垂直或后倾的边侧面。最后，还能够在复杂的工件中如由陶瓷或钛制造的涡轮上加工出狭窄而深的沟槽如1毫米宽，而这种加工至今只能由电蚀加工完成，既费时又很昂贵。本发明另外的优点和特性由附图描绘的实施例中得以实现，下面对这些实施例作详细说明。

#### 附图说明

图1是描绘第一种激光加工方法的工作原理的简图。

图2是描绘应用图1中工作原理加工圆柱工件的情况图。

图3是描绘另一种激光加工方法的工作原理的简图。

图4A，4B. 是描绘其他的激光加工方法的工作原理的简图。

图5为本发明带积分式激光装置的加工设置立体图。

图6为带有单独的激光装置的加工设备。

图7为带有水平的激光装置的加工设备。

图8、9为在激光装置头部安置了喷嘴的两个实施结构图。

在正视图的图1中，描绘了一个箱形的壳体1，它在机床支架2的平滑表面上即沿垂直图面的方向上是可移动的，并在其端侧支撑着一个回转头3。箱形壳体1的水平轴向运动和回转头3围绕轴线4的转动是通过未划出的电机实现的，而电机是用一个程序控制装置来操纵的。在回转头3上固定一具导管5，在其下端部安装一个多通道喷嘴6。一股按箭头指示的激光射线7，7'，在箱形壳体1中沿回转轴4的水平方向传送的，并通过在导管5的上端部倾斜(45°)安置的镜面8折射到垂直平面中。

在工作台10上夹紧一个实心工件12，其上要加工两个箱形的凹槽13，它们以一个薄壁的中间墙隔开。该工作台10在一个由箭头14指示的圆弧形轨迹上完成往返进给运动，这种进给运动是与回转头3以及激光束7的回转运动是同步的。而工件12的运动轨迹是由水平和垂直分量合成的，这运动分量是工作台的水平运动和垂直运动，它们形成复合运动，在线性加工周期终了时，该回转头3与其上固定的导管5处于实线描绘的位置上。这样，激光束7就按照一个预定的倾斜角 $\alpha$ 投射到待加工工件12的表面上或者投射在已经部分制成的凹槽13的垂直或后倾的边墙15上。在这时，工作台与所夹紧的工件处在其上边的右边终端位置上。从这一终端位置起，回转头3和所携带的激光束7以及工作台10与夹紧的工件12同时向左运动。在中间位置，工作台10按照其圆弧形运动轨迹是下降的，而在左边终端位置又升高一个相应的量。该激光束回转运动的速度以及工作台10进给运动的速度是如此相互确定的，即激光束7的焦点是根据不同参数、例如工件材料，决定最理想的相对速度运动的。在图1左边

的终端位置，同样向左转动的激光束7'按照一个相同的倾斜角 $\alpha'$ 投射到工件表面上以及凹槽13的边墙15'上。如果边墙15和15'的轮廓是不同的(一个边墙15是垂直的，另一个边墙15'是后倾的)，那么，倾斜角 $\alpha$ 和 $\alpha'$ 也是不同的。通过这一操作方式就可实现，在对材料以彼此紧密相邻地曲纹线性方式进行多层次重复加工时，制出垂直的边墙，还可特别在边墙的根处避免残留物。通过对激光束7的摆动角 $\alpha$ 、 $\alpha'$ 进行适当的选择，也能制造出后倾的边墙，这在锻模中是经常需要的。不仅边墙15、15'(如图1所示)而且凹槽13的两个纵向墙也能制造成垂直的或后倾的。那么该工作台10在每个线性加工材料层之后围绕其垂直轴旋转90°，以使凹槽13的纵向墙的走向与进给运动相垂直。同时，该工作就可以按已加工层的厚度作垂直进给，激光束的聚焦和焦点大小保持不变。在加工最后材料层时，为获得光滑平整的底部，将激光束作散焦调节是符合目的要求的，以便通过不太强烈的聚焦作用在底部表面上实现一种光滑效果。还可以通过降低激光功率来达到一个类似的作用。

在图2中描绘的变型方法的方案中，一个实心圆柱工件16按一般方式两端夹紧在例如车床上，并绕其纵轴17周期转动，同时，旋转角是如此选定的，即，该往返摆动的激光束7，7'的线性加工轨迹是相互紧密设置的。当例如在圆柱体16上要求以不变的深度加工纵向或环形槽时，那么该圆柱体就按虚线箭头的方向作水平和垂直运动，这样，就产生一个与图1相对应的圆弧形轨迹，并因此使该焦点在激光束的摆动期间保持在相同的水平上。但是，将要求将圆柱体切断(横向分割)时，正如图2中虚线描绘的那样，不需要工件的水平以及垂直的运动就可以进行加工。此外，还有一种与传统的

切削加工旋转过程相似的加工方式，其中，该工件16作连续的转动，而激光束7、7'保持在一个固定调好的倾斜度上，以在工件上加工制造出一个径向台肩表面。

按照图3的变型方法的方案，与图1中方法不同之处仅在于，应用了一个绕水平轴18可用电动机带动转动的并在该轴18的方向可移动的转动台20，它与图1中工作台10一样，安装在一个可垂直移动的托架上(参见图5和6)并可围绕其中心轴B旋转。通过其端侧装有回转头3的壳体箱1到虚线描绘的前边位置的进给运动和工作台20绕轴18所做的与此同步的回转及倾斜运动，就可以以这种实施方案实现工件12和激光束7之间一种倾斜的相对位置。因此在这一变型方案中，回转头绕轴4的回转运动就不是绝对必需的，这样就可以简化机床的结构。

在图4A的4B的变型方法方案之中，工作台40是可绕垂直轴线41转动的，并可在箭头42指示的方向上作水平往返运动。一个箱形壳体1在其前端置有一个喷嘴6，通过它，激光束不用转弯地穿行。壳体1在机床支座2上可按箭头43的方向作往返的移动。在工作台40上竖直地安装一个工架44，在可绕中心轴C转动的垂直夹紧板46上，固定一个工件45。在俯视图图4B之中，描绘了一个线性加工过程。在每次线性加工过程中，该工作台绕垂直轴线41都从实线描绘的下边位置运动至虚线描绘的上边位置，同时，将绕垂直轴线41的回转运动和一个沿箭头42的方向的水平进给运动相联合起来。为了补偿由于圆弧形的运动轨迹而变化的距离(指工件中凹槽13的底面和喷嘴前端之间的距离)，该壳体箱1和其中安装的聚焦和导向元件一起沿箭头43的方向要进行短行程的同步运动。此外，在一个层状的加工过

程结束以后，也要通过壳体箱1在箭头43方向上的线性运动实现进刀运动。

图5表示一个在工件中用激光铣削箱形空腔的加工机床，其中，一个公知CO<sub>2</sub>激光装置23通过适当的支承结构24安装在机床支架2上。一个在壳体箱1安置的伸缩管24起着导送水平激光束7的作用。在壳体箱1端部安装的回转头3，在双箭头C的方向上，可与此处设置的箱形喷嘴保持器5一起转动。在支架2端侧的垂直导轨25上，安置一个在双箭头Y方向上可垂直移动的升降台，它在其端侧置有水平导轨26用于安置一个在双箭头X方向可移动的滑台27。在这个滑台27的端侧固定一个安置槽28，其中，容置一个在双箭头A方向可转动的支承台29。工作台20安置在上述支承台29的上侧面上并可绕其垂直轴线在双箭头B方向上转动。这些不同构件的单独运动是通过未划出的电动机和公知的传动装置完成的，它们的运行由一个传统的程序控制来操纵。

在图6中描绘的加工装置基本上与图5的实施例相一致，与其区别仅在于，这单独设置的激光装置是安装在一个自己的支架21上的。

图5和图6的两种机床是实施图1和图3中描述的方法的专用设备。

图7中描绘的加工机床是为实施图4A和4B中所描述的方法而设计的。它具有一个固定在机床支架2上的箱形壳体1，其中，用于激光束的导管46在箭头43方向上是可纵向移动的。在导管46的前端固定一个喷嘴6，而在其后端螺母47与螺纹轴48相啮合，而螺纹轴48由一个电机49驱动以完成线性运动43。一根通有压力流体的管道50在导管46中延伸至喷嘴6。在支架后侧固定的支承件51上安装着激光装置53。



在机床支架的前侧安装一个滑台55，它可在电机带动下沿双箭头Y方向作垂直移动。在滑台的外侧设置了导轨57，以便安装升降台58并使其在X轴线上可作水平移动。在这个升降台58上，固定着旋转台61的下边部分60，该旋转台61是设置成整体式角形构件，它的垂直夹紧板63可围绕中心轴C转动，并大致与旋转导向件64的外边棱相对准成直线。与图4A和4B中台的结构相反，该用于此处描绘的为已完工的工件56垂直夹紧的平板63在台的下部分60以及旋转导向件64是不可调节的。正如从图7可明显看出的，还可以通过线性的层状加工材料方式，用一种实心毛坯制造出结构复杂的凹腔以及坚实的结构体。在图8、9中描绘了用于特殊目的两个激光喷咀6的变型方案。它们能够在紧凑的结构设置和较小的横截面尺寸情况下将不同的流体分别输送到激光束7的焦点。按照图8的喷咀包含一个锥形的外壳30，在其内腔中，安置一个芯体31并构成一个狭窄通道32。这个通道32可以是一个连续的锥形结构或者也可以设置成数个同样形式的单独通道。在外壳30和芯体31的平坦上侧面上固定一个中间件33，其中，设置一个环形通道34，它与锥形通道32的上边进口相通。这个环形通道34通过一个套管35与高压气体相连接，例如3至10巴的压力的空气。在芯体31中，设置一个中心多阶梯式通孔36，该孔包围着激光束7，并用来同心地输送一种辅助气体至激光束7的冲击点以及焦点37处。

在图9中详细描绘的喷咀结构中有一个外壳71，它带有一个扩大的中间部分72和一个锥形的咀件73，在壳体71的内腔中，同心地安置一个大致空心圆筒形的阶梯式芯体74。该芯体74在左边的图中作了剖视，而在右边图中描绘的是其侧视图。壳体71之中间扩大部

分72包含一个径向法兰75作为环76的支承座。在壳体71的锥形咀件73中，延伸着芯体74的端部体77，它的锥形外壁和咀件73同样的锥形内壁限定成一个连续的锥形流道78，其在咀件端部通入设置成环形隙缝的流出口79中，这个流出口79在通其整个套筒芯体74而同心延伸的流道81的端部处包含一个同心的中心内流道80而用于氧化物气体，特别是氧气，而激光束沿其纵轴线穿行。如在芯体右边部分所示，在其锥形的外表面上，至少可以设置一个螺旋转槽82，以使流道78中流动的压力气体产生一个绕纵轴线83的旋转运动。

在锥形段77的上方，该芯体74置有一个由4个与轴线平行的表面84构成的4棱段，它与壳体内壁一起构成一个分配腔85。在壳体71的中间加厚部分72中，设置4个彼此相对、按角度分布的倾斜横孔86，它们总是分别与每个平滑表面84相对应地通入到分配腔85中。

芯体74的四棱段邻接一个圆柱形的中心段87，其上连有一个螺纹段88。通过这两部段87、88，使该芯体74在壳体71的内腔中同心安置，并可精确调节固定在某高度上。在芯体74的螺纹段88上，通过安装台阶90上扩展的中间件89，一个带外螺纹92的连接套筒91与其相连，台阶90用于环形体76。这个结构中稳固的连接套筒91可确保喷嘴头紧固地连接到必要时可运动的激光束导向件上，并同时固定连接到氧气输送件上。

如图9所示，环体76具有一个径向螺纹孔93，其中，可以拧入一个连接套管用来输送压力空气(未画出)。这个螺纹孔93与一个内环通道94相通，该通道94和壳体件72中的横向孔86相连。在法兰75的上支承表面设置一个环形槽装有O形密封环95，它将壳体与环形

体密封。另一个O形密封环96置于壳体72上端表面的一个环形槽中用以和芯体74的中间件89的密封。

在前面描述的喷咀中，在轴向流道81中单独输送的氧气和在锥形流道78中输送的压力空气，这两种气体在从各自的开口79、80流出以后获得一个强烈的混合，同时，通过芯体74的螺纹段88的或多或少的拧入深度，可以精确调节缝隙的宽度，依此精确调节这个锥形流道的流通横截面。以这种方式就可使混合气体的组成相应调节，并且使压力空气射流的动能与相应的运行条件相适应，特别是与不同工件材料的性质相适应。

本发明并不局限于所描述的或前面所述的各种方法及装置的变型方案。而是还可以将一个装置变型的部件与另一个装置变型的零部件进行组合，以便能够完成特别的加工任务。

图7中描述的加工机床，相对图5和6的实施方案来说，具有结构简单和轻便的优点。同时，该导管包括其进给驱动和喷咀都可以设置得紧凑，这样，可改善工件的可接近性以及对加工过程的视觉监视。从此意义上说，在导管中集合的流体输送装置，它们在导管的总长度上以一个或数个纵向通道延伸并与外部的总源流通相连，使其工作得以改善。当工件45在图4A和4B的操作方法中与支架44、46一起，在旋转台40上沿箭头R的方向可水平调节地安装时，该工件45在箭头42方向上就可得到一个较小的水平移动，使得激光束7和工件45的相对倾斜位置所引起的距离变化得到补偿。该加工至或焦点就可以靠近垂直轴线41设置，这样，只需在箭头42方向上设置相对较小的位移行程用以补偿由于旋转台的转动而引起的“纵向偏移”。这是水平激光束一个根本的优点，而激光束轰击工件的部分也不必

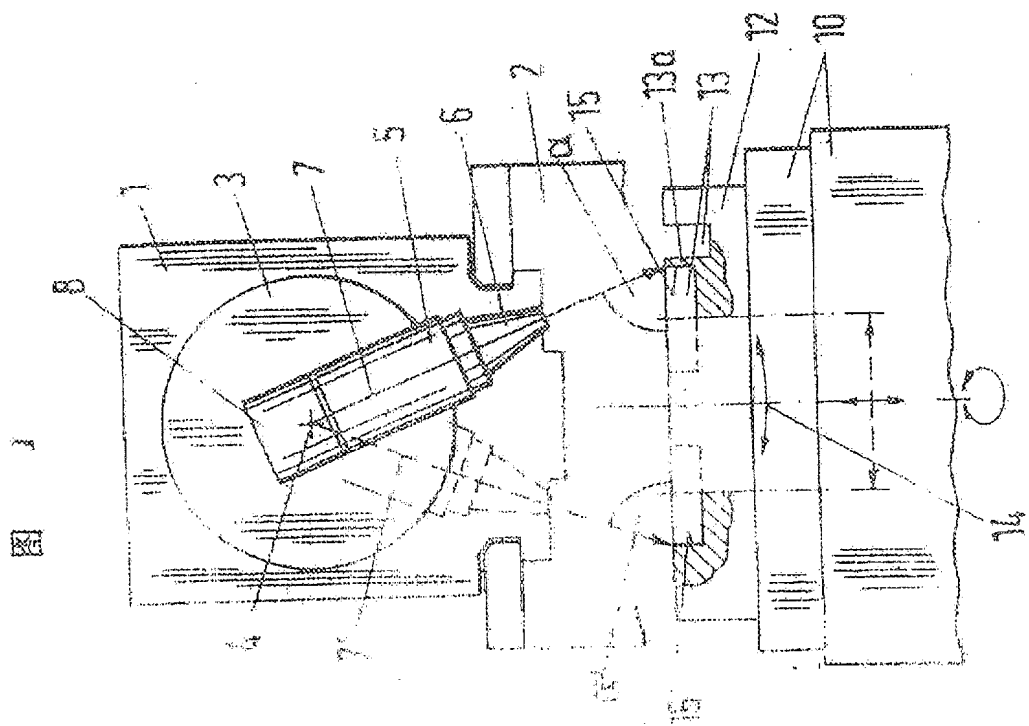
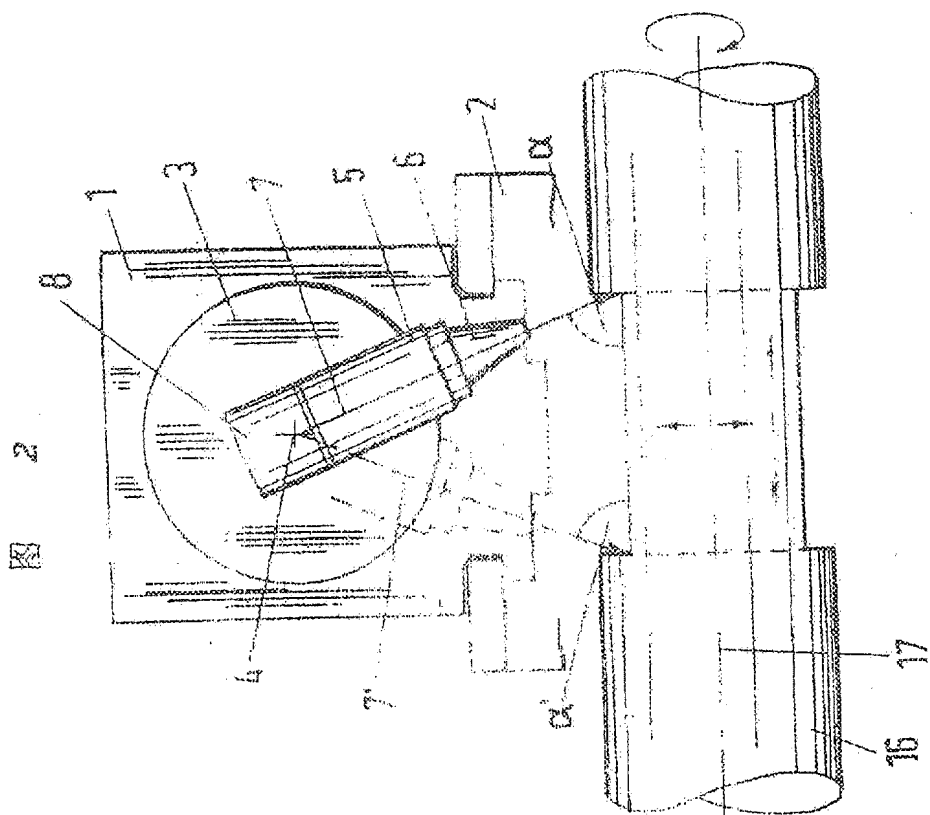
与旋转台作用步转动。图7中机床的,亦即激光束水平定位的另一优点是,安全可靠地防止高能量的激光束投射到周围环境之中,而这种外泄是绝不希望的。因为,这种类型的机床基本上都装有保护罩,可在与激光束对置的罩壁中安置一种热效安全板,在其遭到高能量激光束的冲击时就被激励而起作用,将机床关闭。这一安全设施相对图5和6的实施方案来说具有明显的意义,因为,本图5和6的方案中,相应的安全墙壁件必须安置在保护罩的几乎所有内部区域。最后,图7的实施结构还有一个有条件的优点是,它可比带反射器8的实施方案达到一个明显较大的功率收益。例如,使用一个750W的这种激光装置就可以产生与具有1500W的激光装置但带有反射器进行多次偏转所产生的加工效率相同。

在以往很难加工的工件材料中,采用本发明加工方法可以按不同的扩展方式去制造相当深的空腔。例如,一个可能的方案是,不用压力气体,而将一种固体—气体或一种固体—液体悬浮液在相当高的压力下喷射至加工位置上,以使悬浮状态的耐高温固体颗粒以“砂射线”的形式去冲蚀熔为液体的材料,并依此提高加工效率。此外,还可以通过往悬浮液和液体或气体中加入适当的化学物质,以在空腔的表面附近区域得到预先确定的合金效应。

为了在一个或数个工件上能够实施不同加工过程的自动转换,一个可能方案是,在激光装置的头部的喷咀是可拆卸连接的,以便通过一个适当的变换装置来更换喷咀,得以实施不同形式的加工,例如,激光切割、激光焊接、和激光铣削等等。

用本发明的方法,还可以在陶瓷材料、钛或类似材料中制造出带有数个彼此紧密排列的袋(盒)形凹槽的球形或半球形的结构件,

例如在医学界所应用的关节组件或骨肢件等。通过这种数个盒形的相当深的具有后倾壁的空腔结构，就可产生这种可能性，即，骨体物质可长入处于植入人体的这种空腔之中，这样就在骨肢与植入体之间获得非常坚固的连接。除了这种特殊的应用之外，本发明的方法还适合于石英玻璃的切削加工，特别是制造大型望远镜，它们是由数个精确加工的单个部件组装而成的。最后，还可以由实心毛坯，通过对材料的层状式边缘加工制造三维结构体。同时，按目的要求，应使用一种N<sub>2</sub>-YAG-激光装置，但不用压力流体。在激光束和工件或其表面之间的相对倾斜角应该从一层到另一层增大，同时，这个夹角在第一个加工层时可以是很小的，或者计为0，而当50层加工层的时候可增加至相对垂直线的夹角为20°。这种夹角的增大不必是阶梯式线性的，也可是一种直线或弯曲的曲线，为了实现理想的加工效率，这些加工方法参数，层与层之间是变化的，为的是开始有一个最大的材料加工量，以便实现精确加工和最终获得一种精细层效果。当最后应制出角形的凹槽时，在加工过程的终了，这整个的轮廓要再一次“走刀”，以便将槽根部可能形成的圆弧形过渡去掉，以在底表面和边墙之间获得一个锐利的角形。



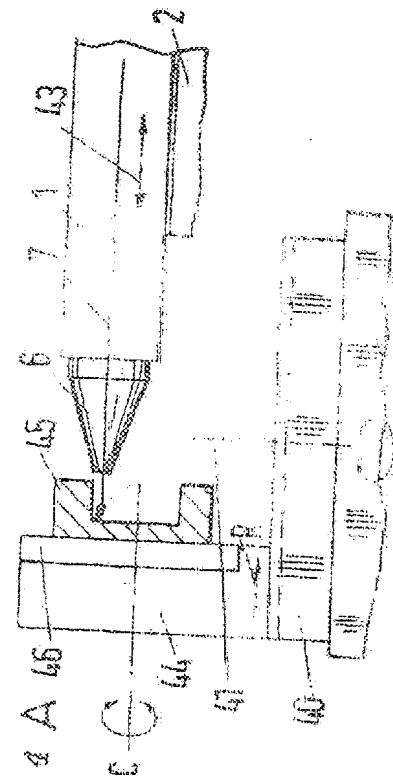
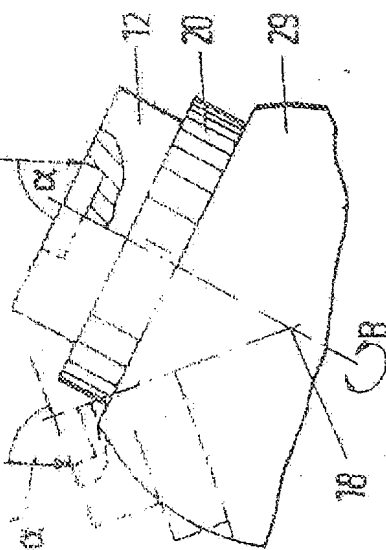
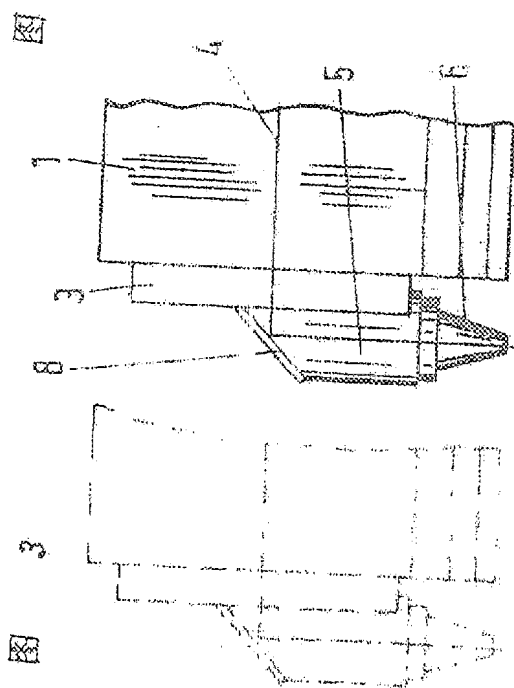
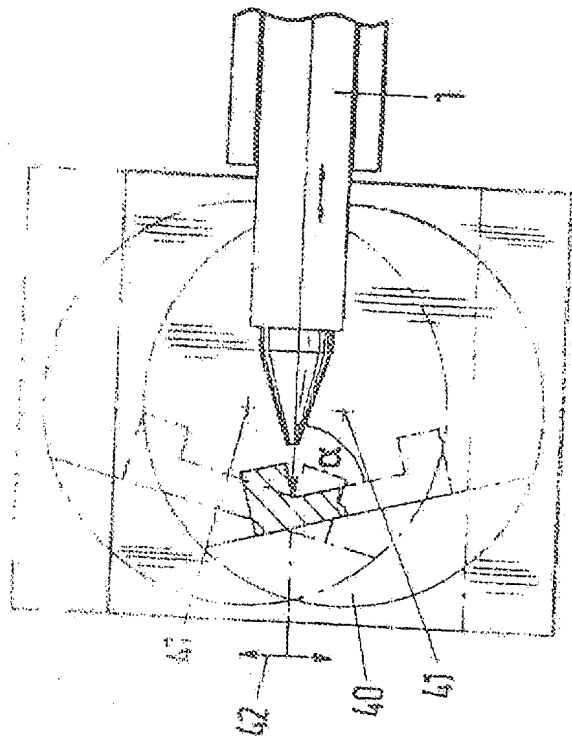
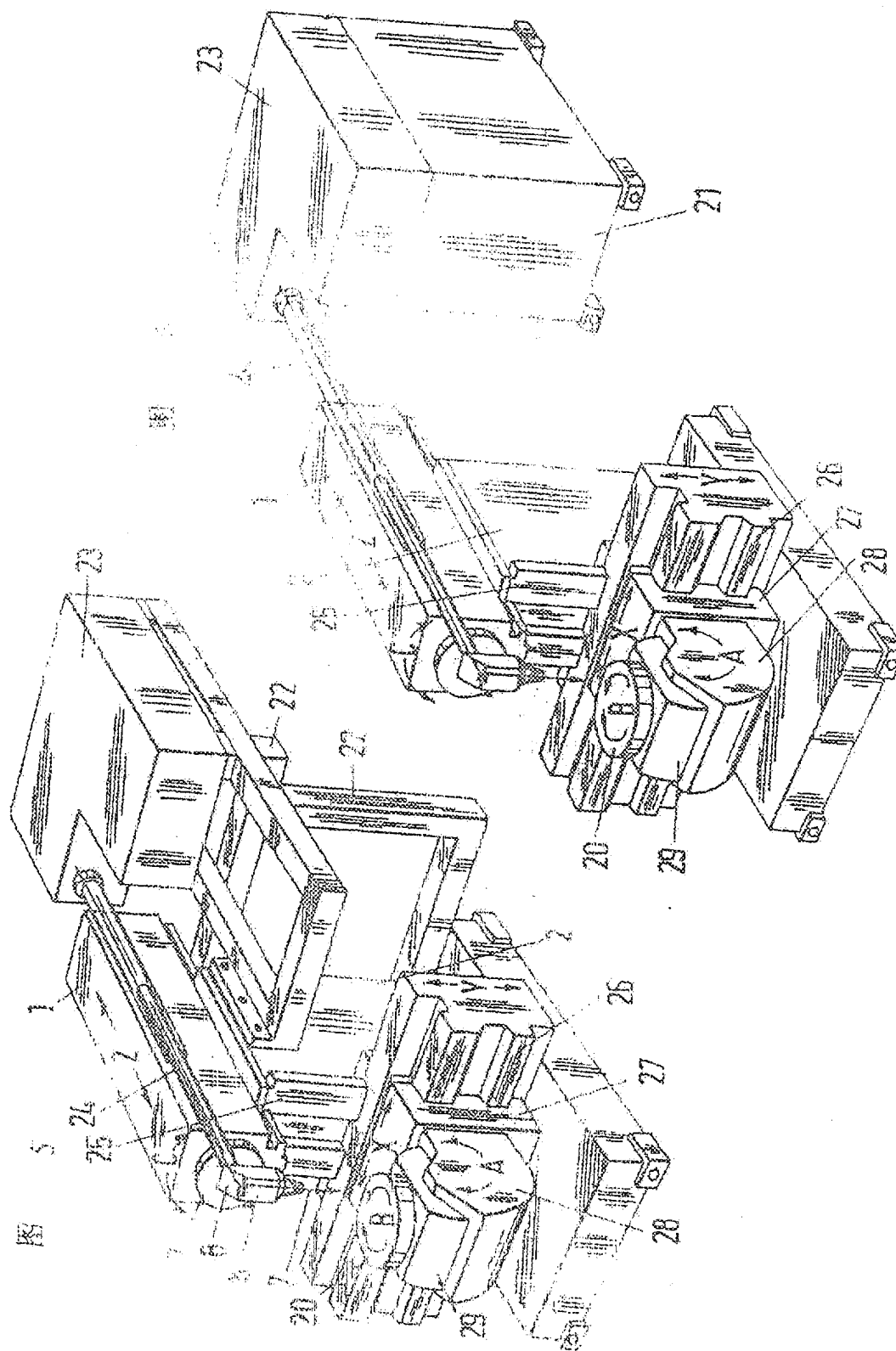


Fig. 4B







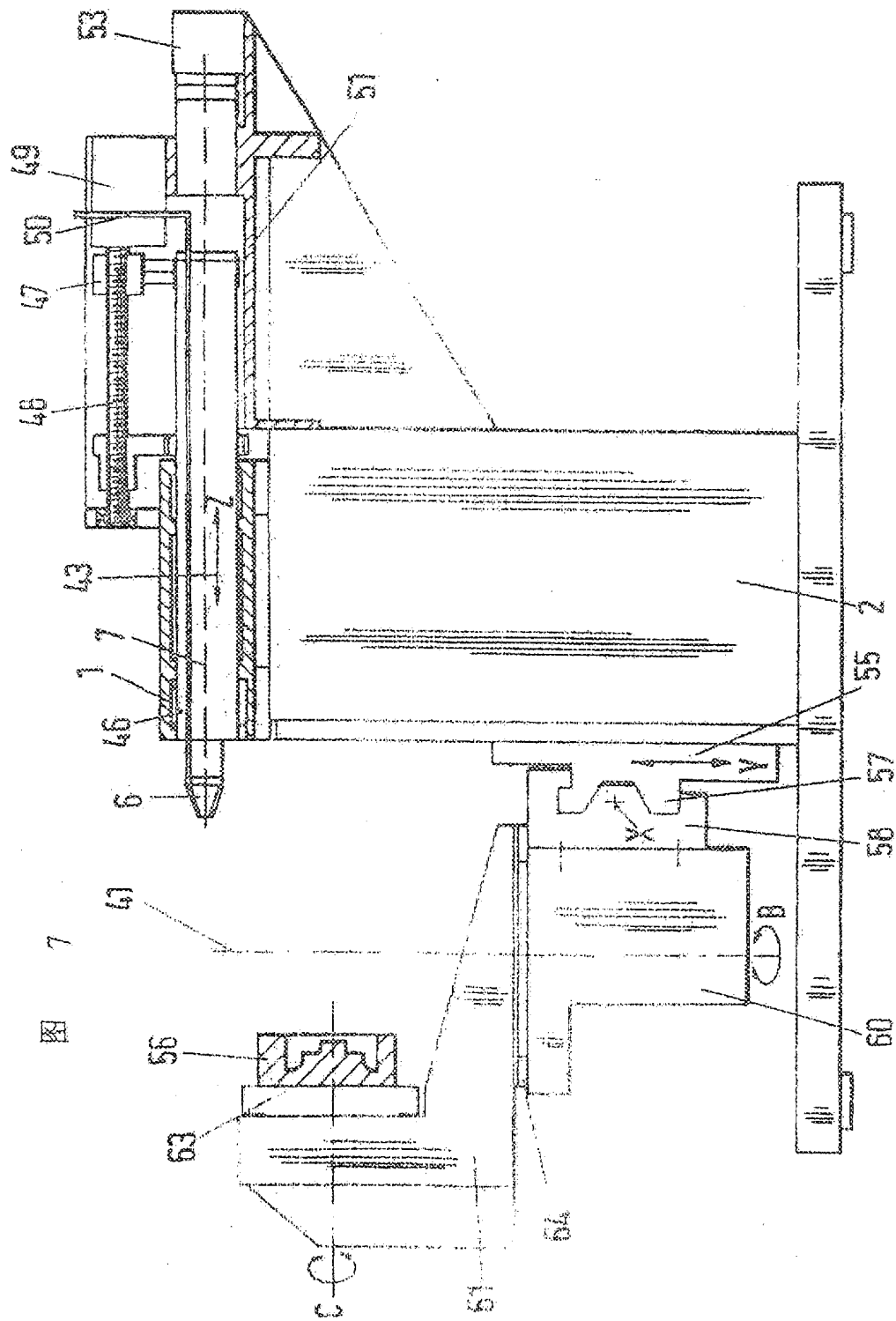


图 8

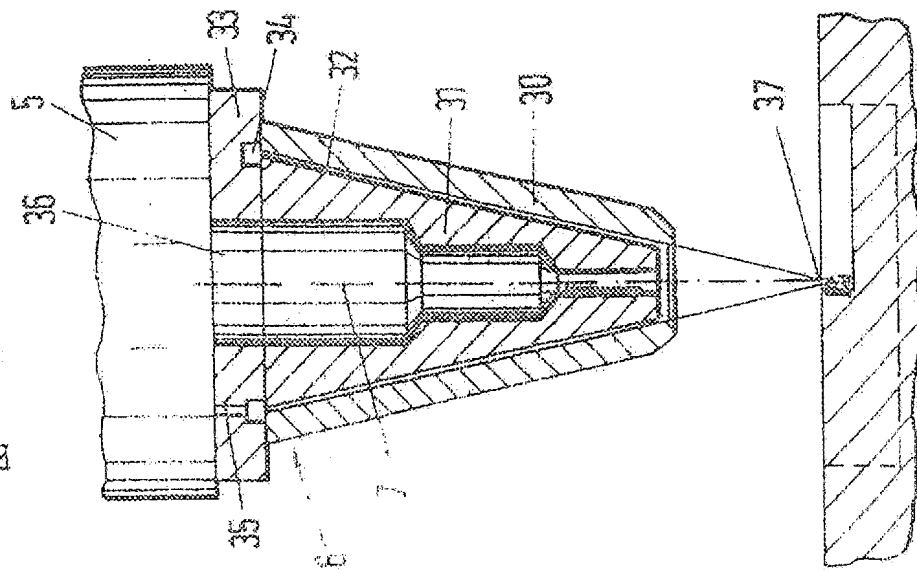


图 9

